

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 8月 1日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-225171

[ ST.10/C ]:

[ JP2002-225171 ]

出 願 人

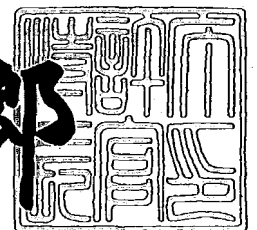
Applicant(s):

トヨタ自動車株式会社

2003年 2月18日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3008302

【書類名】 特許願

【整理番号】 1024013

【提出日】 平成14年 8月 1日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 F02D 41/06  
F02D 45/00

【発明の名称】 内燃機関の始動時燃料噴射装置

【請求項の数】 18

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 一瀬 宏樹

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 加藤 雄一

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 小澤 正弘

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

【氏名】 村瀬 直

【特許出願人】

【識別番号】 000003207

【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077517

【弁理士】

【氏名又は名称】 石田 敬

【電話番号】 03-5470-1900

【選任した代理人】

【識別番号】 100092624

【弁理士】

【氏名又は名称】 鶴田 準一

【選任した代理人】

【識別番号】 100082898

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 雅也

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008268

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9709208

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 内燃機関の始動時燃料噴射装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数の気筒を有する内燃機関の始動時燃料噴射装置において、機関回転数が上昇していく正常始動時における燃料噴射の最初の 1 サイクルにおいて各気筒に対し順次噴射される燃料の噴射量を、最初に噴射される気筒に対する噴射量よりも最後に噴射される気筒に対する噴射量が大きくなるように設定した内燃機関の始動時燃料噴射装置。

【請求項 2】 上記最初の 1 サイクルにおける燃料噴射量を、後で噴射される気筒に対する噴射量が先に噴射される気筒に対する噴射量よりも少くならないように設定した請求項 1 に記載の内燃機関の始動時燃料噴射装置。

【請求項 3】 上記最初の 1 サイクルにおける燃料噴射量を、噴射される気筒毎に順次増大させる請求項 2 に記載の内燃機関の始動時燃料噴射装置。

【請求項 4】 上記最初の 1 サイクルに続く 2 番目のサイクルにおいて各気筒に対し順次噴射される燃料の噴射量を、噴射される気筒毎に順次減少させる請求項 3 に記載の内燃機関の始動時燃料噴射装置。

【請求項 5】 上記最初の 1 サイクルから予め定められたサイクルが完了までに各気筒に対し噴射された燃料の合計が全気筒を通じて等しくなるように各サイクルにおける各気筒に対する噴射量を設定した請求項 1 に記載の内燃機関の始動時燃料噴射装置。

【請求項 6】 上記最初の 1 サイクルから予め定められたサイクルまでの各サイクルにおいて各気筒に対し噴射される燃料の噴射量をサイクル毎に順次減少させる請求項 5 に記載の内燃機関の始動時燃料噴射装置。

【請求項 7】 上記各気筒に対し噴射された燃料の合計が噴射された燃料の気化に影響を与えるパラメータの関数であり、該燃料の合計は該パラメータが噴射された燃料の気化をより促進する方向に変化するほど小さくされる請求項 5 に記載の内燃機関の始動時燃料噴射装置。

【請求項 8】 上記パラメータが機関冷却水温であり、上記燃料の合計は機関冷却水温が高くなるほど小さくされる請求項 7 に記載の内燃機関の始動時燃料

噴射装置。

【請求項 9】 上記パラメータが吸気ポート内に設けられた吸入空気流路制御弁の開度、吸気弁および排気弁のバルブオーバーラップ量、エアアシスト式燃料噴射弁のアシストエア量、噴射すべき燃料の温度、吸入空気温から選ばれた少くとも一つである請求項 7 に記載の内燃機関の始動時燃料噴射装置。

【請求項 10】 上記最初の 1 サイクルにおいて最初に噴射される気筒に対する噴射量と最後に噴射される気筒に対する噴射量との噴射量差が噴射された燃料の気化に影響を与えるパラメータの関数であり、該噴射量差は該パラメータが噴射された燃料の気化をより促進する方向に変化するほど小さくされる請求項 1 に記載の内燃機関の始動時燃料噴射装置。

【請求項 11】 上記パラメータが機関冷却水温であり、上記噴射量差は機関冷却水温が高くなるほど小さくされる請求項 10 に記載の内燃機関の始動時燃料噴射装置。

【請求項 12】 上記最初の 1 サイクルにおいて最初に噴射される気筒への噴射量に対する、最後に噴射される気筒への噴射量の増加率が、噴射された燃料の気化に影響を与えるパラメータの関数であり、該増加率は該パラメータが噴射された燃料の気化をより促進する方向に変化するほど小さくされる請求項 1 に記載の内燃機関の始動時燃料噴射装置。

【請求項 13】 上記パラメータが機関冷却水温であり、上記増加率は機関冷却水温が高くなるほど小さくされる請求項 12 に記載の内燃機関の始動時燃料噴射装置。

【請求項 14】 上記パラメータが吸気ポート内に設けられた吸入空気流路制御弁の開度、吸気弁および排気弁のバルブオーバーラップ量、エアアシスト式燃料噴射弁のアシストエア量、噴射すべき燃料の温度、吸入空気温から選ばれた少くとも一つである請求項 10 又は 12 のいずれか一項に記載の内燃機関の始動時燃料噴射装置。

【請求項 15】 上記最初の 1 サイクルにおける最初の噴射気筒への噴射量に対する残りの噴射気筒への噴射量の増大率が算出され、該最初の 1 サイクルに続く 2 番目のサイクルにおける最初の噴射気筒への噴射量に対する残りの噴射気

筒への噴射量の減少率が該増大率に応じて決定される請求項 1 に記載の内燃機関の始動時燃料噴射装置。

【請求項 1 6】 上記最初の 1 サイクルにおいて、燃料が噴射された気筒の点火後における機関回転数の上昇割合から次に燃料が噴射される気筒に対する噴射量が決定される請求項 1 に記載の内燃機関の始動時燃料噴射装置。

【請求項 1 7】 機関始動時の機関回転数の上昇割合から次に機関が始動されるときの上記最初の 1 サイクルにおける噴射量を決定する請求項 1 に記載の内燃機関の始動時燃料噴射装置。

【請求項 1 8】 気筒数が 4 気筒又はそれ以上である請求項 1 に記載の内燃機関の始動時燃料噴射装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は内燃機関の始動時燃料噴射装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

機関始動時において機関が始動され、機関回転数が増大すると機関シリンダ内に供給される吸入空気量は減少し、機関シリンダ内の負圧が大きくなる。即ち、機関回転数が増大するほど機関シリンダ内に供給される吸入空気の質量は減少する。従って従来より機関始動時において機関回転数が立上るときには、即ち機関回転数が増大しているときにはそれに伴って燃料噴射量を減少させるように噴射制御が行われている（例えば特開平 1 1 - 1 7 3 1 8 8 号公報参照）。

【0 0 0 3】

【発明が解決しようとする課題】

ところで暖機完了後はもとより機関始動時においても機関シリンダ内における空燃比がリッチになると多量の未燃 H C が発生し、また空燃比がリーンになりすぎると燃焼火炎が伝播しなくなり、斯くしてこの場合にも多量の未燃 H C が発生する。即ち、未燃 H C の発生を抑制するためには空燃比を理論空燃比かややリーンに維持することが必要となる。

## 【0004】

一方、機関始動時に燃料噴射を行うと筒内に直接燃料を噴射するようにした内燃機関では多量の噴射燃料が液状の形でピストン頂面やシリンダ内壁面に付着し、吸気ポート内に燃料噴射をするようにした内燃機関では多量の噴射燃料が液状の形で吸気ポート内壁面に付着する。斯くしていずれの内燃機関であっても混合気は噴射燃料のうちのほんの一部によって形成されることになる。ピストン頂面或いは吸気ポート内壁面に付着した燃料はピストンが圧縮上死点に達するまでに徐々に気化して混合気を形成するがこの混合気は機関シリンダ内に形成される混合気全体のうちのかなりの部分を占め、従って機関シリンダ内に形成される混合気の空燃比は壁面から気化した燃料量の影響を大きく受けることになる。

## 【0005】

この場合、壁面から気化する燃料量はピストンが圧縮上死点付近に達するまでの時間に比例しており、この時間が短くなるほど壁面から気化する燃料量が少なくなる。一方、ピストンが圧縮上死点付近に達するまでの時間は機関回転数に反比例しており、従って機関回転数が高くなるほど壁面から気化する燃料量が少なくなる。従って機関回転数が高くなるほど混合気空燃比は大きくなっていくことになる。

## 【0006】

さて、前述したように未燃HCの発生を抑制するためには空燃比を理論空燃比かややリーンに維持することが必要である。ところが上述したように機関回転数が高くなるほど混合気空燃比は大きくなる。従って機関始動時において機関回転数が増大しているときに空燃比を理論空燃比かややリーンに維持するには機関回転数が増大するにつれて燃料噴射量を増大しなければならないことになる。しかもこのとき未燃HCの発生を抑制するためには空燃比が一時的にリッチになったり、大巾にリーンになったりするのを回避しなければならない。

## 【0007】

ところで冒頭で述べたように従来では機関始動時において機関回転数の立上りのときには、即ち機関回転数が増大しているときには燃料噴射量が減少せしめられる。しかしながらこのように機関回転数が増大するにつれて燃料噴射量を減少

させると空燃比が大きく変化しつつ次第に大きくなっていく。この場合、機関回転数が増大し終わる頃に失火が生じないように空燃比がさほどリーンにならないように噴射量を設定すると機関回転数が増大し始める頃の空燃比はかなり小さくなってしまい、通常このとき空燃比がリッチとなっている。その結果、多量の未燃HCが排出されることになる。

## 【0008】

従来のように機関始動時に機関回転数が増大するにつれて燃料噴射量を減少させるようにしても機関を始動させることはできるが多量の未燃HCが発生することになる。即ち、従来では機関始動時における機関シリンダの実際の空燃比の挙動を十分に把握していないためにどのようにしても多量の未燃HCが発生してしまうのである。

## 【0009】

本発明は、未燃HCの抑制に焦点を当てた機関始動時の燃料噴射装置を提供することを目的とする。

## 【0010】

## 【課題を解決するための手段】

即ち、未燃HCの発生を抑制するために1番目の発明では、複数の気筒を有する内燃機関の始動時燃料噴射装置において、機関回転数が上昇していく正常始動時における燃料噴射の最初の1サイクルにおいて各気筒に対し順次噴射される燃料の噴射量を、最初に噴射される気筒に対する噴射量よりも最後に噴射される気筒に対する噴射量が大きくなるように設定している。

## 【0011】

2番目の発明では1番目の発明において、最初の1サイクルにおける燃料噴射量を、後で噴射される気筒に対する噴射量が先に噴射される気筒に対する噴射量よりも少くならないように設定している。

## 【0012】

3番目の発明では2番目の発明において、最初の1サイクルにおける燃料噴射量を、噴射される気筒毎に順次増大させるようにしている。

## 【0013】

4 番目の発明では 3 番目の発明において、最初の 1 サイクルに続く 2 番目のサイクルにおいて各気筒に対し順次噴射される燃料の噴射量を、噴射される気筒毎に順次減少させるようにしている。

## 【0014】

5 番目の発明では 1 番目の発明において、最初の 1 サイクルから予め定められたサイクルが完了までに各気筒に対し噴射された燃料の合計が全気筒を通じて等しくなるように各サイクルにおける各気筒に対する噴射量を設定している。

## 【0015】

6 番目の発明では 5 番目の発明において、最初の 1 サイクルから予め定められたサイクルまでの各サイクルにおいて各気筒に対し噴射される燃料の噴射量をサイクル毎に順次減少させるようにしている。

## 【0016】

7 番目の発明では 5 番目の発明において、各気筒に対し噴射された燃料の合計が噴射された燃料の気化に影響を与えるパラメータの関数であり、この燃料の合計はパラメータが噴射された燃料の気化をより促進する方向に変化するほど小さくされる。

## 【0017】

8 番目の発明では 7 番目の発明において、パラメータが機関冷却水温であり、燃料の合計は機関冷却水温が高くなるほど小さくされる。

## 【0018】

9 番目の発明では 7 番目の発明において、パラメータが吸気ポート内に設けられた吸入空気流路制御弁の開度、吸気弁および排気弁のバルブオーバーラップ量、エアアシスト式燃料噴射弁のアシストエア量、噴射すべき燃料の温度、吸入空気温から選ばれた少なくとも一つである。

## 【0019】

10 番目の発明では 1 番目の発明において、最初の 1 サイクルにおいて最初に噴射される気筒に対する噴射量と最後に噴射される気筒に対する噴射量との噴射量差が噴射された燃料の気化に影響を与えるパラメータの関数であり、この噴射量差はパラメータが噴射された燃料の気化をより促進する方向に変化するほど小

さくされる。

【 0 0 2 0 】

1 1 番目の発明では 1 0 番目の発明において、パラメータが機関冷却水温であり、噴射量差は機関冷却水温が高くなるほど小さくされる。

【 0 0 2 1 】

1 2 番目の発明では 1 番目の発明において、最初の 1 サイクルにおいて最初に噴射される気筒への噴射量に対する、最後に噴射される気筒への噴射量の増加率が、噴射された燃料の気化に影響を与えるパラメータの関数であり、この増加率はパラメータが噴射された燃料の気化をより促進する方向に変化するほど小さくされる。

【 0 0 2 2 】

1 3 番目の発明では 1 2 番目の発明において、パラメータが機関冷却水温であり、増加率は機関冷却水温が高くなるほど小さくされる。

【 0 0 2 3 】

1 4 番目の発明では 1 0 番目又は 1 2 番目の発明において、パラメータが吸気ポート内に設けられた吸入空気流路制御弁の開度、吸気弁および排気弁のバルブオーバーラップ量、エアアシスト式燃料噴射弁のアシストエア量、噴射すべき燃料の温度、吸入空気温から選ばれた少くとも一つである。

【 0 0 2 4 】

1 5 番目の発明では 1 番目の発明において、最初の 1 サイクルにおける最初の噴射気筒への噴射量に対する残りの噴射気筒への噴射量の増大率が算出され、最初の 1 サイクルに続く 2 番目のサイクルにおける最初の噴射気筒への噴射量に対する残りの噴射気筒への噴射量の減少率がこの増大率に応じて決定される。

【 0 0 2 5 】

1 6 番目の発明では 1 番目の発明において、最初の 1 サイクルにおいて、燃料が噴射された気筒の点火後における機関回転数の上昇割合から次に燃料が噴射される気筒に対する噴射量が決定される。

【 0 0 2 6 】

1 7 番目の発明では 1 番目の発明において、機関始動時の機関回転数の上昇割

合から次に機関が始動されるとき最初の1サイクルにおける噴射量を決定するようにしている。

## 【0027】

18番目の発明では1番目の発明において、気筒数が4気筒又はそれ以上である。

## 【0028】

## 【発明の実施の形態】

図1は燃焼室内に直接燃料を噴射し、噴射された燃料を点火栓により着火するようにした筒内噴射式4気筒内燃機関を示している。なお、本発明は図1に示されるような4気筒内燃機関ばかりでなく、複数の気筒を有する内燃機関であれば適用することができ、従って4気筒以上の気筒数を有する内燃機関にも適用することができる。

## 【0029】

図1において1は1番気筒#1、2番気筒#2、3番気筒#3、4番気筒#4からなる4つの気筒を有する機関本体、2は各気筒#1、#2、#3、#4の燃焼室内に夫々燃料を噴射するための燃料噴射弁、3は吸気枝管、4はサージタンク、5は排気マニホールドを夫々示す。サージタンク4は吸気ダクト6、吸入空気量計測器7を介してエアクリーナ8に連結され、吸気ダクト6内にはスロットル弁9が配置される。なお、図1に示す内燃機関の点火順序は1-3-4-2である。

## 【0030】

電子制御ユニット10はデジタルコンピュータからなり、双方向性バス11によって相互に接続されたリードオンリメモリ（ROM）は、ランダムアクセスメモリ（RAM）13、マイクロプロセッサ（CPU）14、入力ポート15および出力ポート16を具備する。機関本体1には機関冷却水温を検出するための水温センサ17が取付けられ、この水温センサ17、吸入空気量計測器7およびその他の種々のセンサの出力信号が対応するAD変換器18を介して入力ポート15に入力される。

## 【0031】

アクセルペダル19はアクセルペダル19の踏み込み量に比例した出力電圧を発生する負荷センサ20に接続され、負荷センサ20の出力信号は対応するAD変換器18を介して入力ポート15に入力される。また、例えばクランクシャフトが30度回転する毎に出力パルスが発生するクランク角センサ21が設けられ、この出力パルスが入力ポート15に入力される。更に入力ポート15にはイグニッションスイッチ22のオン・オフ信号およびスタータスイッチ23のオン・オフ信号が入力される。一方、出力ポート16は対応する駆動回路24を介して燃料噴射弁2等に接続される。

#### 【0032】

図2は燃料噴射弁2から各気筒#1、#2、#3、#4の吸気ポート内に向けて燃料を噴射するようにしたポート噴射式4気筒内燃機関を示している。この内燃機関の点火順序も1-3-4-2である。本発明は図1に示すような筒内噴射式内燃機関および図2に示されるようなポート噴射式内燃機関のいずれにも適用することができる。

#### 【0033】

図3は本発明による機関始動時の燃料噴射制御の典型的な例を示している。図3の縦軸TAUは機関始動時における燃料噴射量を示しており、図3の横軸には機関始動時において燃料噴射が開始されてからの噴射順序と噴射が行われる気筒番号が示されている。なお、図3には燃料噴射が開始されたときに最初に1番気筒#1に対して燃料噴射が行われる場合を示しているがこれは一例であってどの気筒に対して最初に燃料噴射が行われるかはわからない。

#### 【0034】

また、図3には機関始動時において各気筒#1、#3、#4、#2に対し順次最初に燃料噴射が行われる最初の1サイクルと、この1サイクル目に引続いて各気筒#1、#3、#4、#2に対し順次燃料噴射が行われる2サイクル目と、この2サイクル目に引続いて各気筒#1、#3、#4、#2に対し順次燃料噴射が行われる3サイクル目とが示されている。

#### 【0035】

図3の1サイクル目において1番気筒#1に対して燃料噴射が行われるとこの

噴射燃料は点火栓によって着火燃焼せしめられ、その結果機関回転数が上昇する。次いで3番気筒#3、4番気筒#4、2番気筒#2に対し順次燃料噴射が行われるといずれかの気筒で失火を生じない限り、即ち正常な始動が行われている限り機関回転数は上昇し続ける。

## 【0036】

なお、図1に示すような筒内噴射式内燃機関では燃料噴射が行われるとすぐに噴射燃料が点火栓により着火燃焼せしめられるので燃料噴射が行われるとすぐに機関回転数が上昇する。言い換えると図1に示すような筒内噴射式内燃機関では図3の1サイクル目においては燃料噴射が行われる毎に機関回転数が上昇する。

## 【0037】

これに対して図2に示すようなポート噴射式内燃機関では吸気ポート内に向けて噴射された燃料は対応する気筒の吸気行程時に燃焼室内に送り込まれ、次いでピストンが下死点を過ぎた後、圧縮行程末期に点火栓により着火燃焼せしめられる。即ち、吸気ポート内に向けて燃料噴射が行われてから噴射燃料が着火燃焼されるまでに時間を要し、例えば図3の1サイクル目において3番目の噴射が行われる頃、即ち4番気筒#4に対して燃料噴射が行われる頃でもまた機関回転数は上昇し始めない。即ち、図2に示すようなポート噴射式内燃機関では燃料噴射作用に対して機関回転数の立ち上がりはかなり遅れることになる。ただし、正常な始動が行われる限り機関が始動すると機関回転数が上昇することには変りはない。

## 【0038】

さて冒頭で述べたように機関始動時において未燃HCの発生を抑制するためには空燃比を理論空燃比かややリーンに維持することが必要である。この場合、空燃比は壁面から気化した燃料の影響を受けるので空燃比を理論空燃比かややリーンに維持するには壁面から気化した燃料の影響を考慮しなければならない。この場合、壁面から気化する燃料量はピストンが圧縮上死点付近に達するまでの時間に比例しており、従って機関回転数が高くなるほど壁面から気化する燃料量が少なくなる。従って機関始動時において機関回転数が増大しているときに空燃比を理論空燃比かややリーンに維持するには機関回転数が増大するにつれて燃料噴射

量を増大しなければならない。

【0039】

従って図3に示される本発明の典型的な例では機関始動時における最初の1サイクル目では燃料噴射量TAUが噴射される気筒毎に順次増大せしめられる。このように燃料噴射量が順次増大せしめられると燃焼室内の空燃比は理論空燃比かややリーンとなり、斯くして未燃HCの排出量は、大巾に低減することになる。

【0040】

一方、最初の1サイクル目において壁面に付着し続けた噴射燃料の一部は2サイクル目において燃焼せしめられ、この場合最初の1サイクル目において壁面に付着した燃料量が多いほど、即ち最初の1サイクル目における燃料噴射量TAUが多いほど2サイクル目において燃焼せしめられる燃料量が多くなる。従って2サイクル目において未燃HCの発生を抑制するために空燃比を理論空燃比かややリーンに維持するには各気筒について最初の1サイクル目の噴射量TAUが多いほど2サイクル目における噴射量TAUを少なくしなければならないことになる。従って2サイクル目における噴射量TAUは最初の1サイクル目における噴射量よりも少なくされ、しかも2サイクル目において各気筒に対し順次噴射される燃料の噴射量は噴射される気筒毎に順次減少せしめられることになる。

【0041】

同様なことが3サイクル目の燃料噴射についても言える。即ち、最初の1サイクル目において壁面に付着し続けた噴射燃料の一部は3サイクル目においても燃焼せしめられ、この場合2サイクル目において壁面に付着している燃料量が多いほど、即ち最初の1サイクル目における燃料噴射量TAUが多いほど3サイクル目において燃焼せしめられる燃料量が多くなる。従って3サイクル目において未燃HCの発生を抑制するために空燃比を理論空燃比かややリーンに維持するには各気筒について最初の1サイクル目の噴射量TAUが多いほど3サイクル目における噴射量TAUを少なくしなければならないことになる。従って同一気筒についてみると3サイクル目における噴射量TAUは2サイクル目における噴射量よりも少なくされ、しかも3サイクル目において各気筒に対し順次噴射される燃料の噴射量は噴射される気筒毎に順次減少せしめられる。

## 【0042】

一方、4サイクル目以後になると壁面に付着する燃料がほとんどなくなるか、或いは壁面に付着する燃料量がほぼ一定となるので噴射量TAUは全気筒について同一とされる。

## 【0043】

最初の1サイクルから3サイクルまで空燃比は理論空燃比かややリーンとされるので1サイクルから3サイクルが完了するまでに各気筒において燃焼せしめられる燃料量の合計はほぼ同じとなり、従って1サイクルから3サイクルが完了するまでに各気筒に対し噴射される燃料の合計も全気筒について同一とされる。なお、サイクル内において噴射量を順次減少せしめる状態が何サイクルまでになるかは機関に応じて異なる。

## 【0044】

図4は、一つの燃料噴射量の設定方法として、最初の1サイクルから予め定められたサイクル、この実施例では3サイクルが完了までに各気筒に対し噴射された燃料の合計が全気筒を通じて等しくなるように各サイクルにおける各気筒に対する噴射量を設定した場合を示している。この場合には図4に示されるように最初の1サイクルから予め定められたサイクル、この実施例では3サイクルまでの各サイクルにおいて各気筒に対し噴射される燃料の噴射量はサイクル毎に順次減少せしめられることがわかる。

## 【0045】

この燃料噴射量の設定方法ではまず初めにサイクル1からサイクル3までの燃料噴射量の合計である積算TAUの目標値TAUOが決定され、次いで各サイクルにおける噴射量が以下に示すように積算TAUの目標値TAUOに対する予め定められた割合とされる。

## 【0046】

噴射順序が1番目の気筒（図4に示す例では1番気筒）については1サイクル目（1s/c）の噴射量が $TAUO \times 0.5$ 、2サイクル目（2s/c）の噴射量が $TAUO \times 0.3$ 、3サイクル目（3s/c）の噴射量が $TAUO \times 0.2$ とされる。

## 【0047】

また、噴射順序が2番目の気筒（図4に示す例では3番気筒）については1サイクル目（1 s/c）の噴射量が $TAUO \times 0.6$ 、2サイクル目（2 s/c）の噴射量が $TAUO \times 0.25$ 、3サイクル目（3 s/c）の噴射量が $TAUO \times 0.15$ とされる。

## 【0048】

また、噴射順序が3番目の気筒（図4に示す例では4番気筒）については1サイクル目（1 s/c）の噴射量が $TAUO \times 0.7$ 、2サイクル目（2 s/c）の噴射量が $TAUO \times 0.2$ 、3サイクル目（3 s/c）の噴射量が $TAUO \times 0.1$ とされる。

## 【0049】

また、噴射順序が4番目の気筒（図4に示す例では2番気筒）については1サイクル目（1 s/c）の噴射量が $TAUO \times 0.8$ 、2サイクル目（2 s/c）の噴射量が $TAUO \times 0.15$ 、3サイクル目（3 s/c）の噴射量が $TAUO \times 0.05$ とされる。

## 【0050】

この燃料噴射量の設定方法を用いると積算TAUの目標値TAUOを設定すれば各サイクルにおける各気筒への噴射量TAUが定まり、このときには図3に示すような形で燃料噴射が行われる。

## 【0051】

ところで壁面に付着した燃料の気化が促進されると空燃比を理論空燃比かややリーンに維持するのに必要とされる噴射量TAUは少くなり、従って積算TAUの目標値TAUOも小さくなる。即ち、積算TAUの目標値TAUO、言い換えると1サイクルから3サイクルまでに各気筒に対し噴射される燃料の合計は噴射された燃料の気化に影響を与えるパラメータPXの関数となる。この場合、図5に示されるように積算TAUの目標値TAUOはこのパラメータPXの値が噴射された燃料の気化をより促進する方向に変化するほど小さくされる。

## 【0052】

このパラメータPXの代表は機関冷却水温であり、機関冷却水温が高くなるほ

ど壁面からの燃料の気化が促進されるので積算TAUの目標値TAU<sub>0</sub>は機関冷却水温が高くなるほど小さくされる。

【0053】

その他のパラメータPXとしては、吸気ポート内に設けられた吸入空気流路制御弁の開度、吸気弁および排気弁のバルブオーバーラップ量、燃料噴射弁2としてエアアシスト式燃料噴射弁を用いたときのアシストエア量、噴射すべき燃料の温度、吸入空気温等が存在し、これらから選ばれた少なくとも一つがパラメータPXとして用いられる。

【0054】

吸入空気流路制御弁は例えば吸気ポート内の流路断面積を制御するために設けられており、この吸入空気流路制御弁の開度が小さくなると燃焼室内に流入する吸入空気の流速が早くなるために壁面からの燃料の気化が促進される。この場合、パラメータPXは吸入空気流路制御弁の開度の逆数となる。

【0055】

一方、吸気弁および排気弁のバルブオーバーラップ量が多くなると既燃ガスの吸気ポート内への吹き返し量が増大し、斯くして壁面に付着した燃料の気化が促進される。従ってこの場合、パラメータPXはバルブオーバーラップ量となる。

【0056】

エアアシスト式燃料噴射弁を用いた場合にはアシストエア量が増大するほど噴射燃料の微粒化が促進され、壁面に付着する燃料量が減少する。従ってこの場合、パラメータPXはアシストエア量となる。

【0057】

噴射すべき燃料の温度が高くなるほど噴射燃料の微粒化が促進され、壁面に付着する燃料量が減少する。従ってこの場合、パラメータPXは燃料の温度となる。

【0058】

また、吸入空気温が高くなるほど噴射燃料の微粒化が促進され、壁面に付着する燃料量が減少する。従ってこの場合、パラメータPXは吸入空気温となる。

【0059】

なお、燃料の気化の促進について複数のパラメータ  $PX$  の影響を考慮する場合には、積算  $TAU$  の目標値  $TAUO$  は各パラメータ  $PX$  に基づいて得られた目標値  $TAUO$  の積となる。

## 【0060】

次に図6を参照しつつ始動時の燃料噴射制御について説明する。

## 【0061】

図6を参照するとまず初めにステップ30において機関始動時であるか否かが判断される。イグニッションスイッチ22がオフからオンに切換えられたとき、或いはスタータスイッチ23がオフからオンに切換えられたときに機関始動時であると判断される。機関始動時であるときにはステップ31に進んで図5に示す関係を用いて積算  $TAU$  の目標値  $TAUO$  が算出され、次いでステップ32に進む。

## 【0062】

ステップ32では1サイクル目であるか否かが判別される。1サイクル目であるときにはステップ33に進んで各気筒に対する噴射量  $TAU$  が算出される。即ち、噴射順序が1番目である気筒の噴射量  $TAU$  が  $TAUO \times 0.5$  とされ、噴射順序が2番目である気筒の噴射量  $TAU$  が  $TAUO \times 0.6$  とされ、噴射順序が3番目である気筒の噴射量  $TAU$  が  $TAUO \times 0.7$  とされ、噴射順序が4番目である気筒の噴射量  $TAU$  が  $TAUO \times 0.8$  とされる。次いでステップ34に進む。

## 【0063】

ステップ34では2サイクル目であるか否かが判別される。2サイクル目であるときにはステップ35に進んで各気筒に対する噴射量  $TAU$  が算出される。即ち、噴射順序が1番目である気筒の噴射量  $TAU$  が  $TAUO \times 0.3$  とされ、噴射順序が2番目である気筒の噴射量  $TAU$  が  $TAUO \times 0.25$  とされ、噴射順序が3番目である気筒の噴射量  $TAU$  が  $TAUO \times 0.2$  とされ、噴射順序が4番目である気筒の噴射量  $TAU$  が  $TAUO \times 0.15$  とされる。次いでステップ36に進む。

## 【0064】

ステップ 3 6 では 3 サイクル目であるか否かが判別される。3 サイクル目であるときにはステップ 3 7 に進んで各気筒に対する噴射量 T A U が算出される。即ち、噴射順序が 1 番目である気筒の噴射量 T A U が  $T A U_0 \times 0.2$  とされ、噴射順序が 2 番目である気筒の噴射量 T A U が  $T A U_0 \times 0.15$  とされ、噴射順序が 3 番目である気筒の噴射量 T A U が  $T A U_0 \times 0.1$  とされ、噴射順序が 4 番目である気筒の噴射量 T A U が  $T A U_0 \times 0.05$  とされる。次いでステップ 3 8 に進んで始動時の噴射制御から暖機制御に移行する。

## 【 0 0 6 5 】

図 7 は機関始動時の最初の 1 サイクルにおける各気筒に対する噴射量 T A U を前述したパラメータに応じて変化させるようにした場合を示している。図 7 (A) に示されるようにパラメータ P X の値が小さくなるにつれて 1 番目の噴射の噴射量 T A U から 4 番目の噴射の噴射量 T A U までの全ての噴射量 T A U が増大するがこのときの噴射量 T A U の増大量は 4 番目の噴射、3 番目の噴射、2 番目の噴射、1 番目の噴射の順で大きくなっている。図 7 (B) において A は、図 7 (A) においてパラメータ P X の値が比較的小さなときを示しており、図 7 (B) において B は、図 7 (A) においてパラメータ P X の値が比較的大きいときを示している。

## 【 0 0 6 6 】

図 7 (A) , (B) 、特に図 7 (B) からこの実施例では、最初の 1 サイクルにおいて最初に噴射される気筒に対する噴射量 T A U と最後に噴射される気筒に対する噴射量 T A U との噴射量差がパラメータ P X の関数であり、この噴射量差はパラメータ P X の値が大きくなるほど、即ちパラメータ P X の値が噴射された燃料の気化をより促進する方向に変化するほど小さくなることがわかる。また、最初の 1 サイクルにおいて最初に噴射される気筒への噴射量に対する、最後に噴射される気筒への噴射量の増加率がパラメータ P X の関数であり、この増加率はパラメータ P X の値が大きくなるほど、即ちパラメータ P X の値が噴射された燃料の気化をより促進する方向に変化するほど小さくなることがわかる。

## 【 0 0 6 7 】

即ち、図 7 (B) において B で示されるパラメータ P X の値が比較的大きいと

きには空燃比を理論空燃比かややリーンとするのに必要な混合気が燃焼室内に形成されており、この状態でパラメータ  $PX$  の値が小さくなると各気筒における混合気量は同じ割合で減少する。従ってパラメータ  $PX$  の値が小さくなったときに空燃比を理論空燃比かややリーンにするには各気筒における混合気量を同じ割合で増大しなければならず、各混合気量を同じ割合で増大するには各気筒における噴射量を同じ割合で増大しなければならないことになる。従って図 7 (B) に示されるように A で示される噴射量  $TAU$  は同一気筒における B で示される噴射量  $TAU$  に対して全ての気筒において同じ割合で増大せしめられている。

## 【0068】

このように B で示される噴射量  $TAU$  に対する同一気筒での A で示される噴射量  $TAU$  の増大割合は全ての気筒について同じであるので噴射順序に従って噴射したときの噴射量の増大率は B で示されるパラメータ  $PX$  の値が大きい場合に比べて A で示されるパラメータ  $PX$  の値が小さい場合の方が大きくなる。従って上述したように最初の噴射の噴射量と最後の噴射の噴射量との噴射量差はパラメータ  $PX$  の値が大きくなるほど小さくなり、最初の噴射の噴射量に対する最後の噴射の噴射量の増大率もパラメータ  $PX$  の値が大きくなるほど小さくなる。

## 【0069】

図 4 に示されるように積算  $TAU$  の目標値  $TAUO$  が設定されている場合において、図 7 に示される方法で最初の 1 サイクルにおける各気筒への噴射量  $TAU$  が求められた場合には、2 サイクル目の各気筒への噴射量  $TAU$  および 3 サイクル目の各気筒への噴射量  $TAU$  は残りの噴射量を予め定められた割合、例えば 2 : 1 に振り分けることによって設定される。

## 【0070】

次に図 7 に示される方法で最初の 1 サイクルにおける各気筒への噴射量  $TAU$  が求められた場合において、2 サイクル目の各気筒への噴射量  $TAU$  および 3 サイクル目の各気筒への噴射量  $TAU$  を求める別の方法について説明する。

## 【0071】

前述したように最初の 1 サイクル目において壁面に付着した噴射燃料の一部は 2 サイクル目に混合気を形成する。従って最初の 1 サイクル目における噴射量  $T$

AUが多くなるほど2サイクル目における噴射量TAUを少なくする必要がある。従って図7(B)においてBで示される場合に比べてAで示される場合のように最初の1サイクルにおける各気筒に対する噴射量TAUが多く、しかも最初の噴射量TAUに対する最後の噴射量の増大率が大きい場合には、2サイクル目ではAで示される場合にはBで示される場合に比べて各気筒に対する噴射量TAUを少なくし、最初の噴射量に対する最後の噴射量の減少率を大きくする必要がある。

## 【0072】

そこでこの実施例では、最初の1サイクルにおける最初の噴射気筒への噴射量に対する残りの噴射気筒、例えば最後の噴射気筒への噴射量の増大率が算出され、最初の1サイクルに続く2番目のサイクルにおける最初の噴射気筒への噴射量に対する残りの噴射気筒、例えば最後の噴射気筒への噴射量の減少率を上述の増大率に応じて決定するようにしている。この場合、本発明による実施例では図8(A)に示されるように最初の1サイクルにおける噴射量の増大率が大きくなるにつれて2サイクル目における噴射量の減少率が大きくされる。

## 【0073】

また、本発明による実施例では図8(A)に示す関係が3サイクル目の噴射量TAUにも適用される。即ち、図8(A)に示されるように最初の1サイクルにおける噴射量の増大率が大きくなるにつれて3サイクル目における噴射量の減少率が大きくされる。

## 【0074】

図8(B)は2サイクル目における噴射量TAUを示しており、図8(C)は3サイクル目における噴射量を示している。図7(B)と図8(B)とを比較するとわかるように2サイクル目ではAで示される場合にはBで示される場合に比べて各気筒に対する噴射量TAUが少なくされ、最初の噴射量に対する最後の噴射量の減少率が大きくされる。また、図7(B)と図8(C)とを比較するとわかるように3サイクル目ではAで示される場合にはBで示される場合に比べて各気筒に対する噴射量TAUが更に少なくされ、最初の噴射量に対する最後の噴射量の減少率が大きくされる。

## 【0075】

図9は、図1に示されるような筒内噴射式内燃機関において、最初の1サイクルについては、燃料が噴射された気筒の点火後における機関回転数の上昇割合から次に燃料が噴射される気筒に対する噴射量を決定するようにした実施例を示している。

## 【0076】

即ち、機関回転数 $N$ の変化を示す図9（A）を参照すると、筒内噴射式内燃機関の始動時において1番目の燃料噴射が行われ、続いて対応する気筒において点火が行われると機関回転数が上昇を開始する。このとき点火後における機関回転数 $N$ の単位時間当りの上昇量、即ち機関回転数の上昇割合 $\Delta N$ が算出され、算出された上昇割合 $\Delta N$ から次式に基づいて2番目の噴射の噴射量 $TAU$ が算出される。

## 【0077】

$$TAU = TP \cdot KN$$

ここで $TP$ は予め記憶されている基本燃料噴射量であり、 $KN$ は図9（B）において実線で示すように上昇割合 $\Delta N$ が大きくなるにつれて小さくなる補正係数である。従って上式から機関回転数の上昇割合 $\Delta N$ が大きくなると噴射量 $TAU$ が減少せしめられることがわかる。

## 【0078】

次いで同様に2番目の噴射が行われ、2番目の点火が行われた後の機関回転数の上昇割合 $\Delta N$ から3番目の噴射量 $TAU$ が算出される。次いで3番目の噴射が行われ、3番目の点火が行われた後の機関回転数の上昇割合 $\Delta N$ から4番目の噴射量 $TAU$ が算出される。

## 【0079】

燃焼室内に形成される混合気の空燃比がリッチになると機関回転数の上昇割合 $\Delta N$ が大きくなるために次の噴射量 $TAU$ が減少せしめられる。これに対して燃焼室内に形成される混合気の空燃比がかなりリーンになると機関回転数の上昇割合 $\Delta N$ が小さくなるために次の噴射量 $TAU$ が増大せしめられる。即ち、この実施例では機関始動時において機関回転数が上昇しているときに空燃比が未燃HC

の発生量の少ない理論空燃比かややリーン空燃比となるように制御される。

【 0 0 8 0 】

なお、このようにこの実施例においても空燃比がややリーン空燃比となるように制御されるので機関始動時において機関回転数が上昇しているときに噴射量は順次増大することになる。

【 0 0 8 1 】

一方、この実施例において機関始動時における噴射量 T A U を次式に基づいて算出することもできる。

【 0 0 8 2 】

$$T A U = T P \cdot K N$$

ここで T P は前述したように予め記憶されている基本燃料噴射量であり、K N は図 9 ( B ) において破線で示すように機関回転数 N が高くなるにつれて大きくなる補正係数である。この場合、各気筒への噴射量 T A U は噴射が行われるときの機関回転数 N から定まる補正係数 K N と基本燃料噴射量 T P との積とされる。従ってこの場合には機関回転数 N が上昇するとそれに伴って補正係数 K N の値が大きくなるので機関回転数 N が上昇しているときに噴射量は順次増大することになる。

【 0 0 8 3 】

図 1 0 は、機関始動時の機関回転数の上昇割合から次に機関が始動されるとき最初の 1 サイクルにおける噴射量を決定するようにした実施例を示している。なお、この図 1 0 は図 2 に示されるポート噴射式内燃機関における噴射時期と、点火時期と、機関回転数 N との関係を示しており、1 番目に噴射された燃料は 1 番目の点火で着火され、2 番目に噴射された燃料は 2 番目の点火で着火され、3 番目に噴射された燃料は 3 番目の点火で着火され、4 番目に噴射された燃料は 4 番目の点火で着火される。図 1 0 ( A ) からわかるようにポート噴射式内燃機関では噴射時期に対して機関回転数 N の立上り時期が遅れる。

【 0 0 8 4 】

この実施例では機関始動時の機関回転数 N の上昇割合を表す代表値として機関始動時の最初の 1 サイクルの経過時間が用いられ、次に機関が始動されるとき

最初の 1 サイクルにおける噴射量  $TAU$  は次式に基づいて算出される。

【0085】

$$TAU_t = TAU \cdot K_T$$

ここで  $TAU$  は次に機関が始動されるとき最初の 1 サイクルにいついて未燃 HC の発生量が抑制されるように設定される噴射量を示しており、 $K_T$  は図 10 (B) に示されるように今回における機関始動時の最初の 1 サイクルの経過時間が長くなるほど大きくなる補正係数を示している。従ってこの実施例では機関始動時の最初の 1 サイクルの経過時間が長くなると次の機関始動時の最初の 1 サイクルにおける噴射量  $TAU_t$  が増量せしめられる。

【0086】

この実施例では例えば気化しづらい重質燃料が用いられたときには空燃比が大きくなるので未燃 HC の発生量が増大し、機関始動時の最初の 1 サイクルの経過時間が長くなる。この場合、次の機関始動時の最初の 1 サイクルにおける燃料噴射量  $TAU_t$  が増量されるので機関回転数が上昇しているときの空燃比は理論空燃比かややリーンとなり、斯くして未燃 HC の発生が抑制されることになる。

【0087】

また、吸気弁のかさ部背面等にデポジェットが付着すると壁面に付着する燃料量が増大する。その結果、空燃比が大きくなるので未燃 HC の発生量が増大し、機関始動時の最初の 1 サイクルの経過時間が長くなる。この場合にもこの実施例では次の機関始動時の最初の 1 サイクルにおける燃料噴射量  $TAU_t$  が増量されるので機関回転数が上昇しているときの空燃比は理論空燃比かややリーンとなり、斯くして未燃 HC の発生が抑制されることになる。

【0088】

これまで述べた実施例では機関始動時の最初の 1 サイクルにおける噴射量は各気筒に対し噴射される毎に順次増大する。しかしながら図 11 (A) に示されるように最初に噴射される気筒に対する噴射量  $TAU$  よりも最後に噴射される気筒に対する噴射量  $TAU$  が大きい限り、2 番目の噴射量  $TAU$  および 3 番目の噴射量  $TAU$  が等しくても未燃 HC の排出量を抑制することができる。

【0089】

また、図11(B)に示されるように最初に噴射される気筒に対する噴射量TAUより最後に噴射される気筒に対する噴射量TAUが大きい限り、1番目の噴射量TAUから3番目の噴射量TAUまで等しくても未燃HCの排出量を抑制することができる。即ち、最初に噴射される気筒に対する噴射量TAUより最後に噴射される気筒に対する噴射量TAUが大きい限り、最初の1サイクルにおける燃料噴射量を、後で噴射される気筒に対する噴射量が先に噴射される気筒に対する噴射量よりも少くならないように設定すれば未燃HCの排出量を抑制できることになる。

## 【0090】

また、従来より、クランクシャフトが1回転する毎に発生する信号と、カムシャフトが1回転する毎に発生する信号から次に噴射すべき気筒を判別するようにした気筒判別方法を用いた内燃機関が知られている。この気筒判別方法では2番目以後噴射すべき気筒を判別することはできる。しかしながら最初に噴射すべき気筒が互いに同期して上下動している2つの気筒のいずれかであることは判別できるがどちらかであるかは判別できない。従ってこの気筒判別方法が用いられている場合には、即ち最初に噴射すべき気筒と3番目に噴射すべき気筒、例えば1番気筒#1と4番気筒#4の両方に同じ噴射量だけ同時に噴射される。

## 【0091】

この気筒判別方法を用いた内燃機関に本発明を適用した場合には図11(C)に示されるように機関始動時の最初の1サイクルにおいて1番目の噴射量TAUと3番目の噴射量TAUは等しくなるが2番目の噴射量TAUは1番目の噴射量TAUおよび3番目の噴射量TAUよりも少くされ、4番目の噴射量TAUは1番目の噴射量TAUおよび3番目の噴射量TAUよりも大きくされる。この場合でも1番目の噴射量TAUより4番目の噴射量TAUが大きくなっているため未燃HCの排出量は抑制される。

## 【0092】

即ち、機関回転数が上昇していく正常始動時における燃料噴射の最初の1サイクルにおいて各気筒に対し順次噴射される燃料の噴射量を、最初に噴射される気筒に対する噴射量よりも最後に噴射される気筒に対する噴射量が大きくなるよう

に設定すれば未燃HCの排出量を抑制できることになる。

【0093】

【発明の効果】

機関始動時に未燃HCの排出量を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

筒内噴射式内燃機関の全体図である。

【図2】

ポート噴射式内燃機関の全体図である。

【図3】

噴射量を示す図である。

【図4】

積算噴射量を示す図である。

【図5】

噴射量の目標値を示す図である。

【図6】

始動時の燃料噴射制御を行うためのフローチャートである。

【図7】

噴射量を示す図である。

【図8】

噴射量等を示す図である。

【図9】

機関始動時の機関回転数の変化と噴射量との関係を示す図である。

【図10】

機関始動時の噴射と機関回転数の関係を示す図である。

【図11】

噴射量を示す図である。

【符号の説明】

1…機関本体

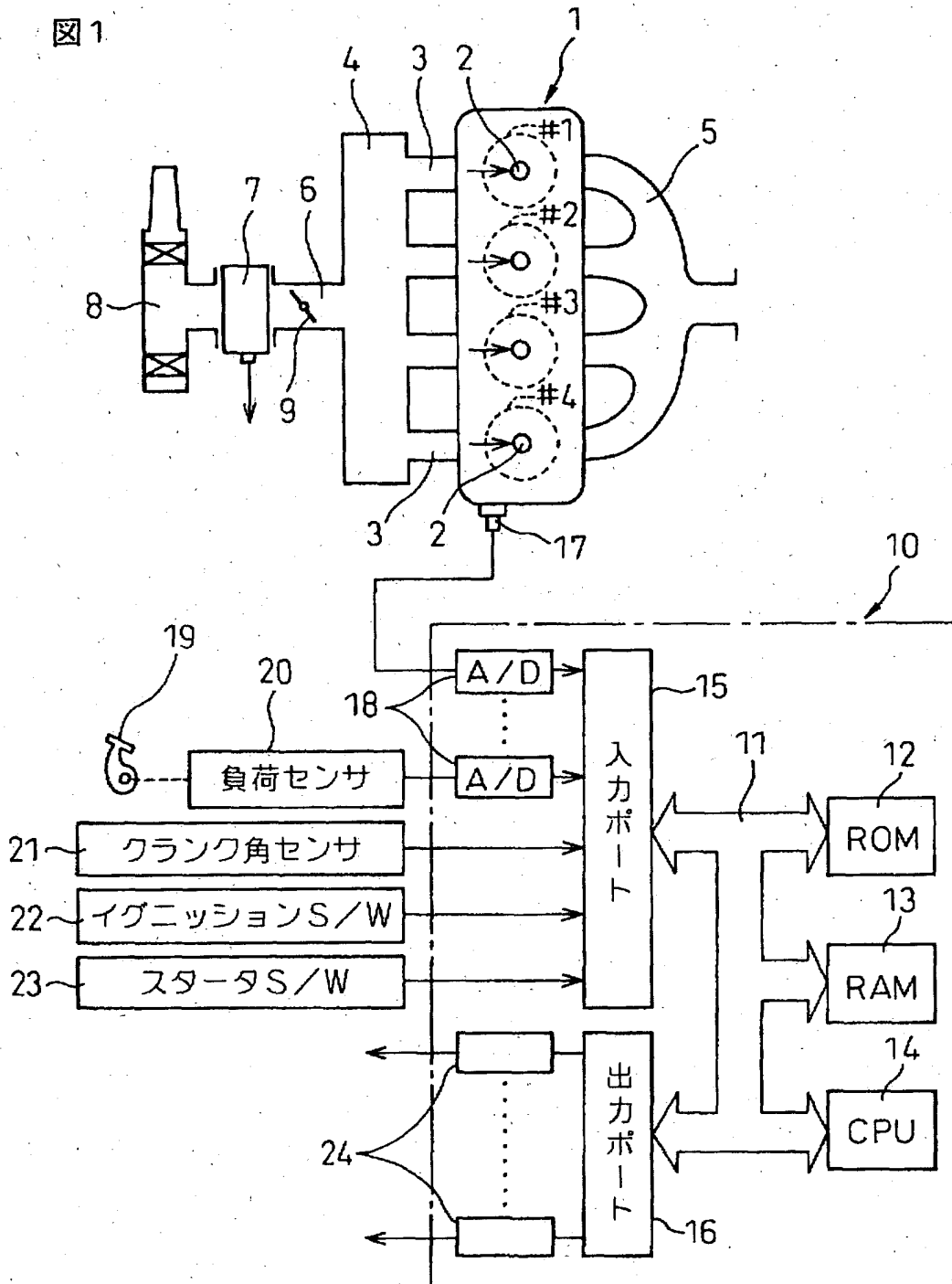
2 … 燃料噴射弁

4 … サージタンク

5 … 排気マニホールド

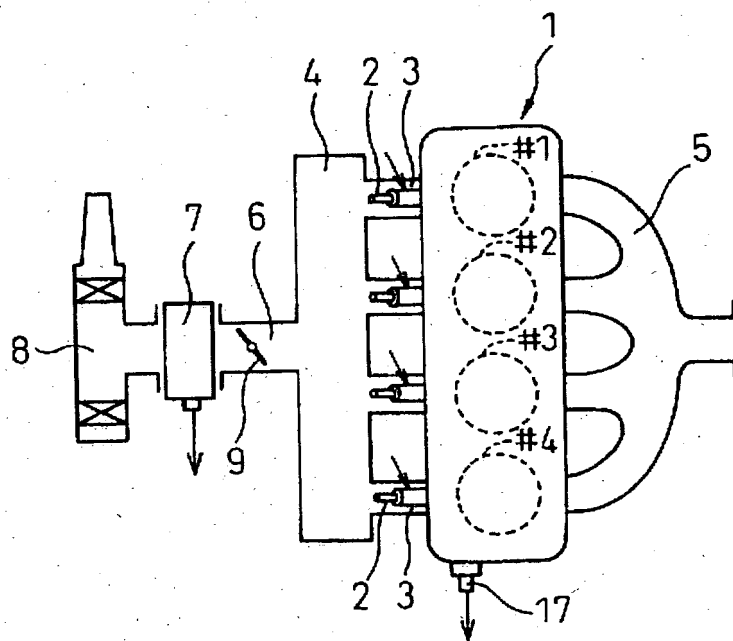
【書類名】 図面

【図1】



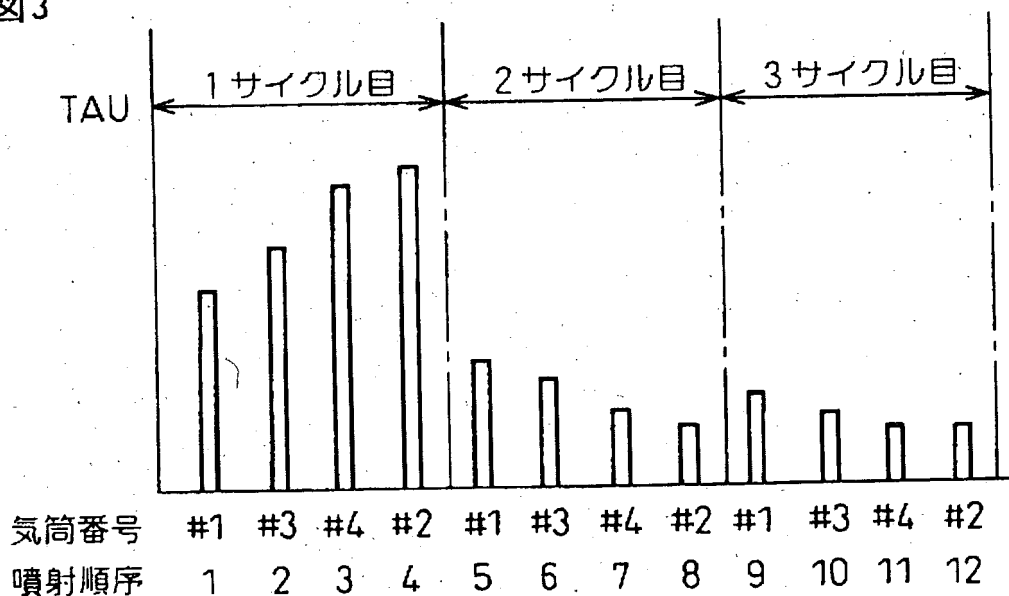
【図 2】

図 2



【図 3】

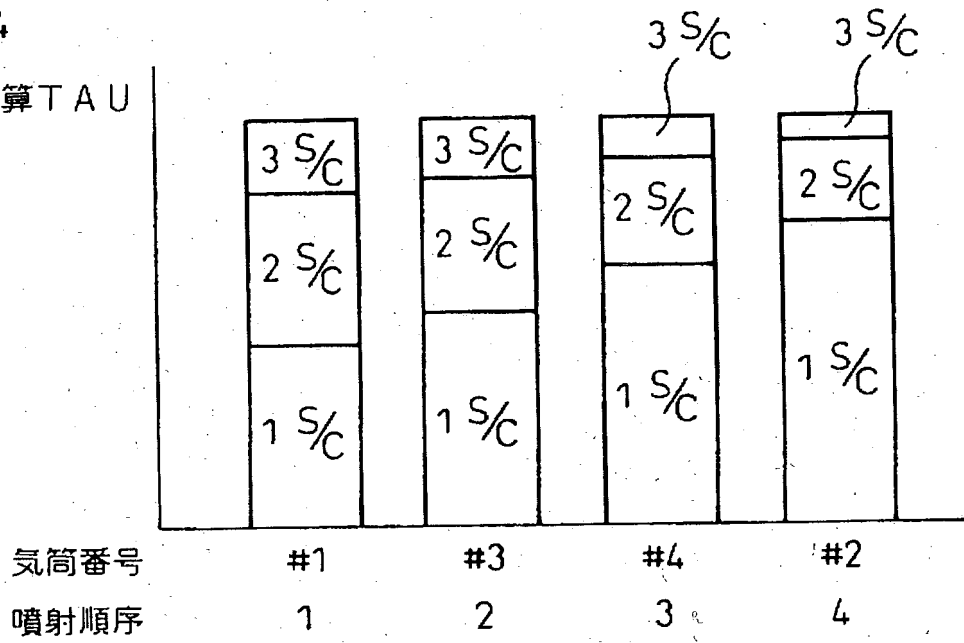
図 3



【図4】

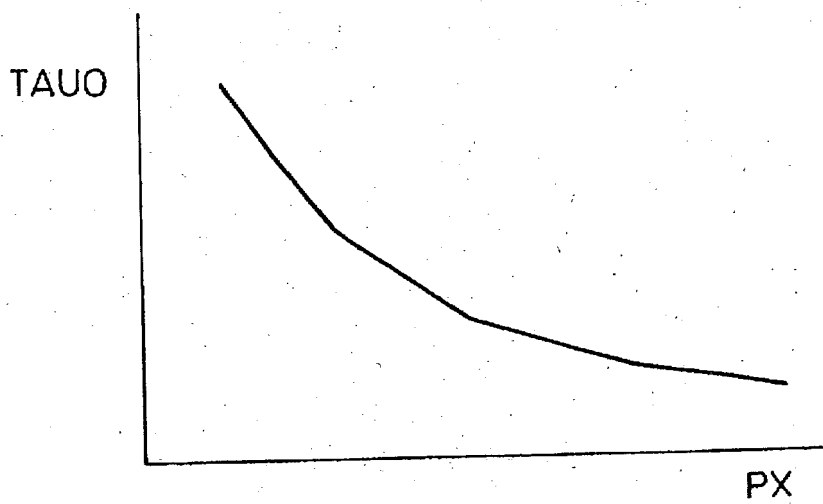
図4

積算TAU



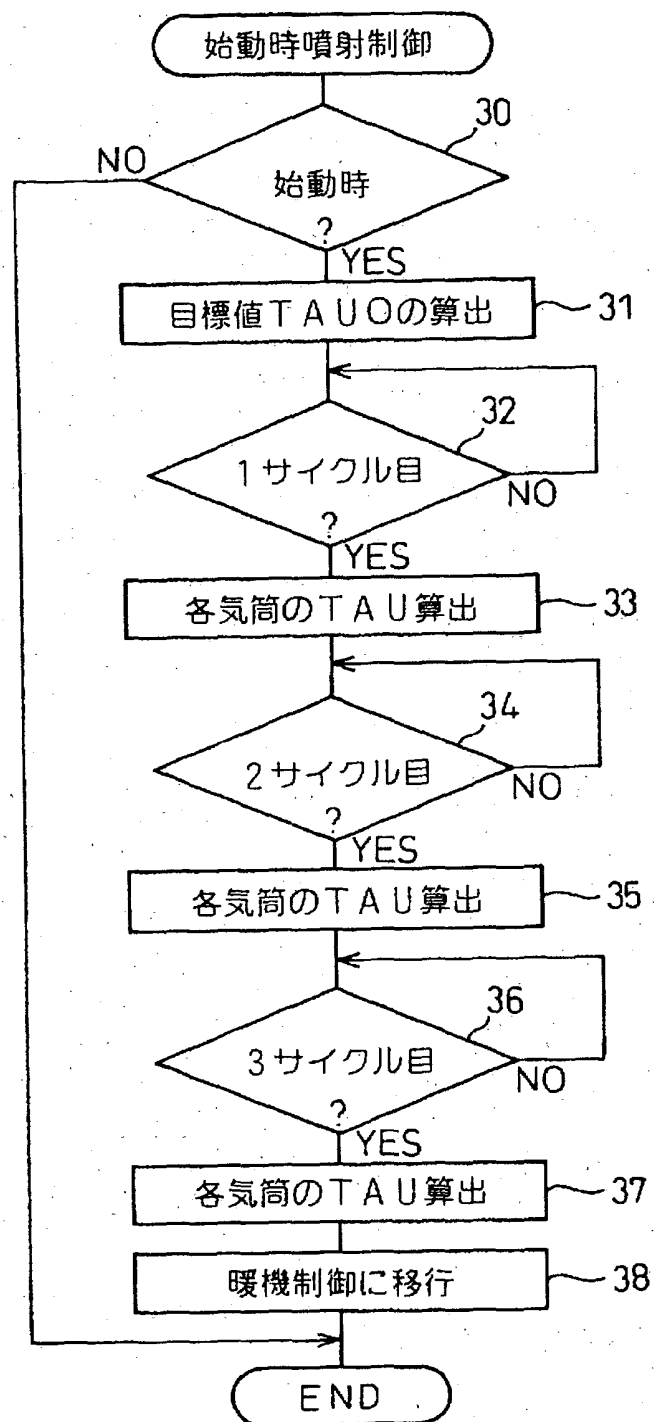
【図5】

図5



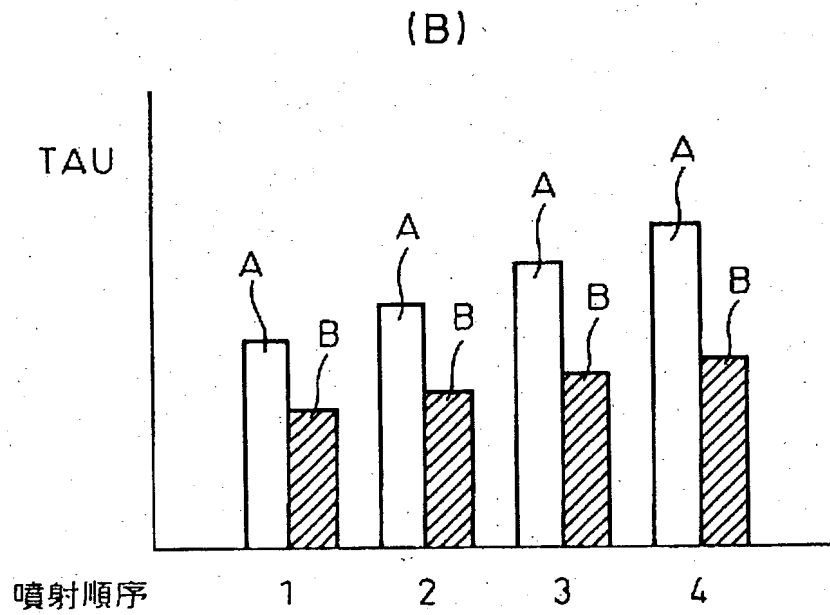
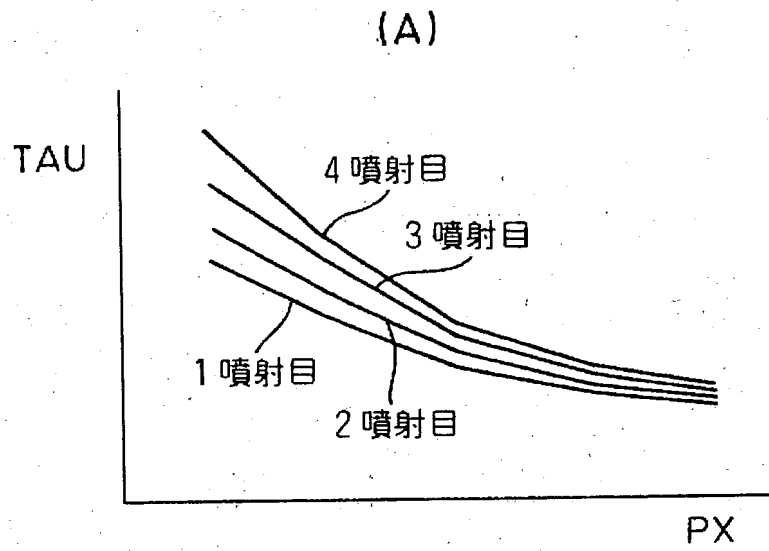
【図 6】

図 6



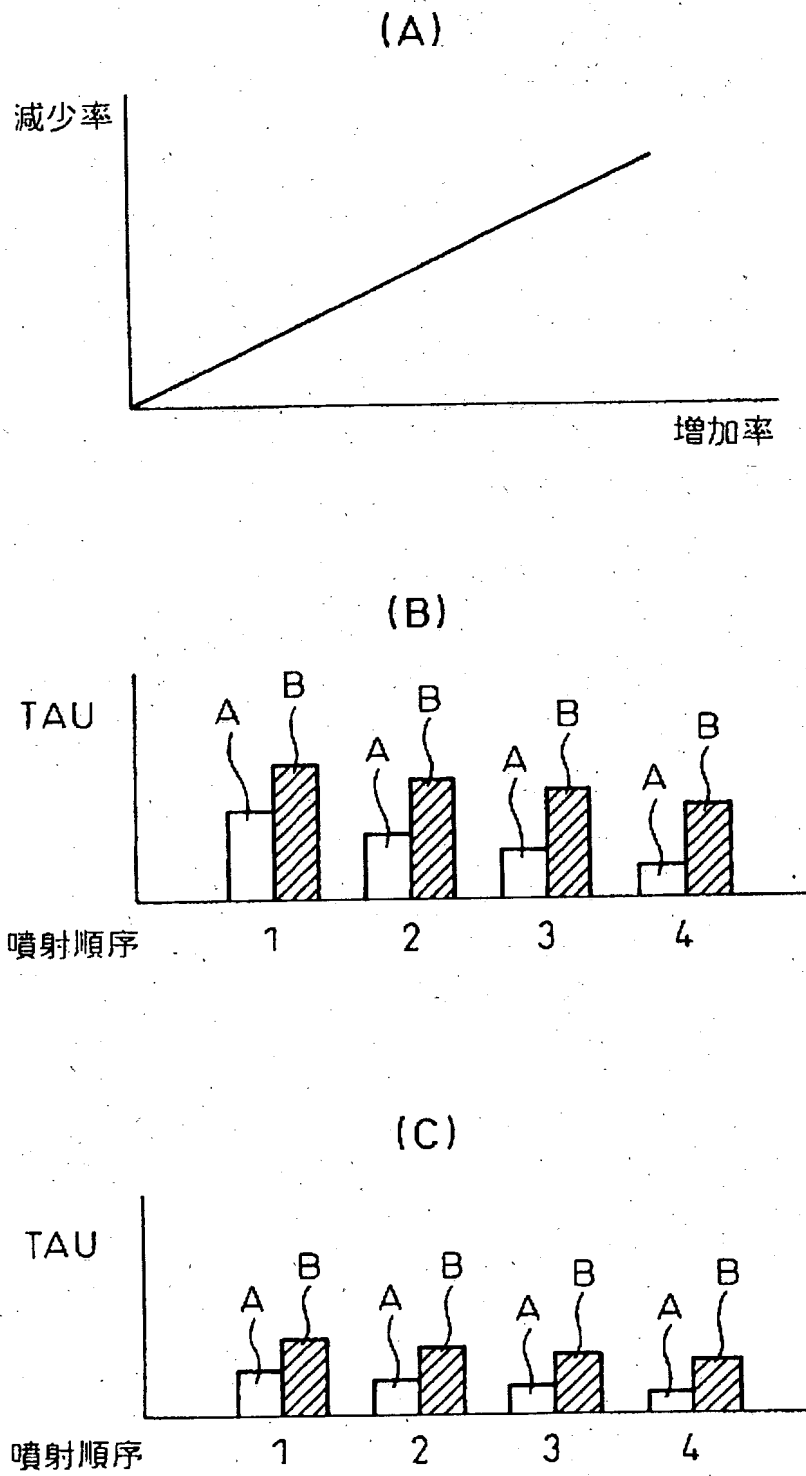
【図7】

図7



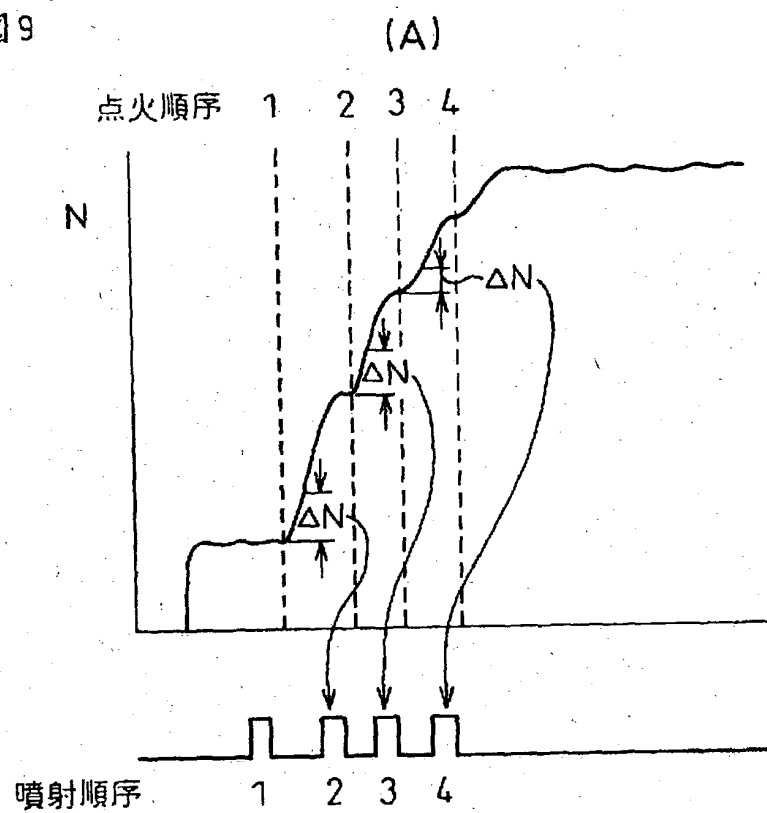
【図8】

図8

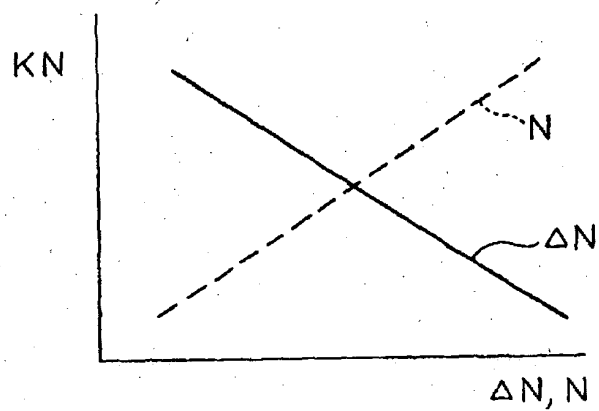


【図9】

図9

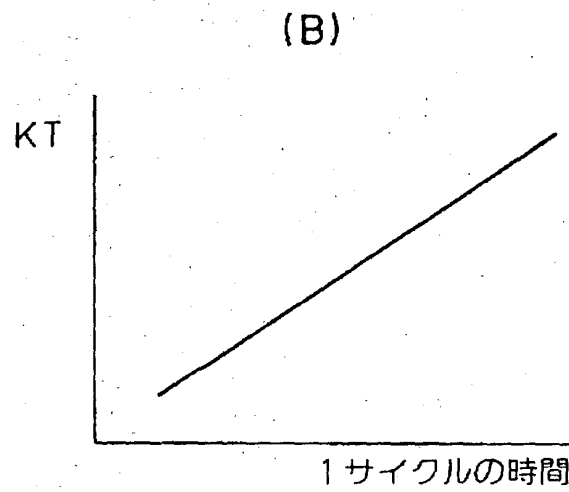
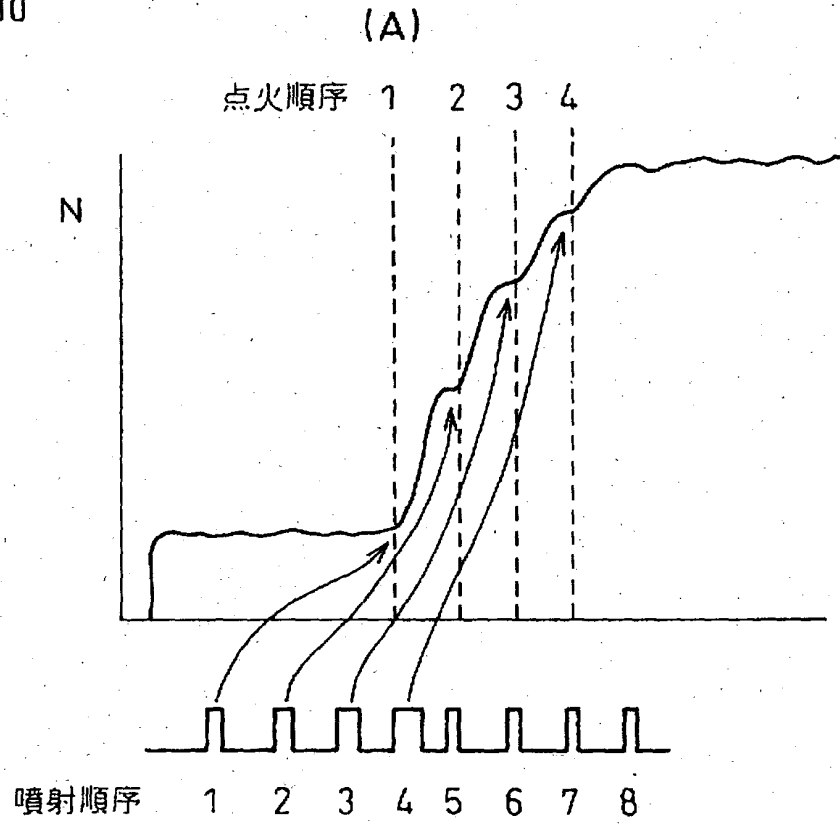


(B)



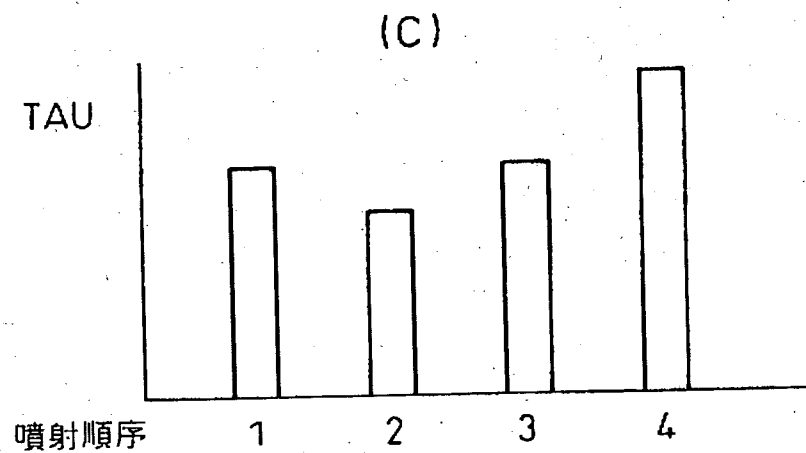
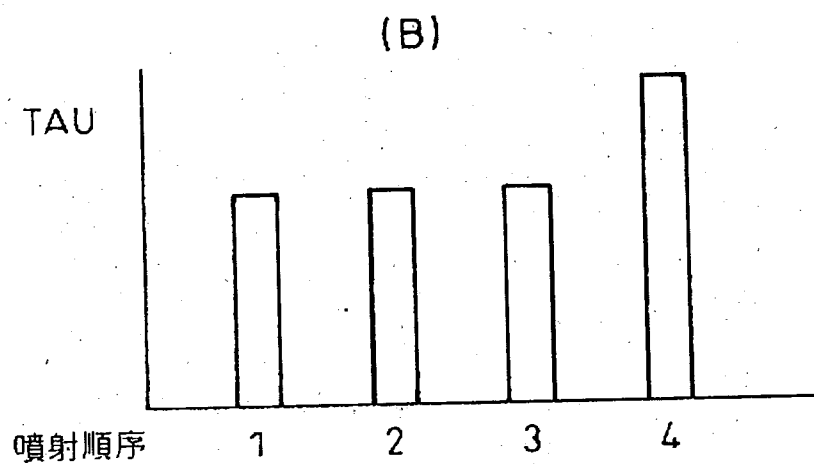
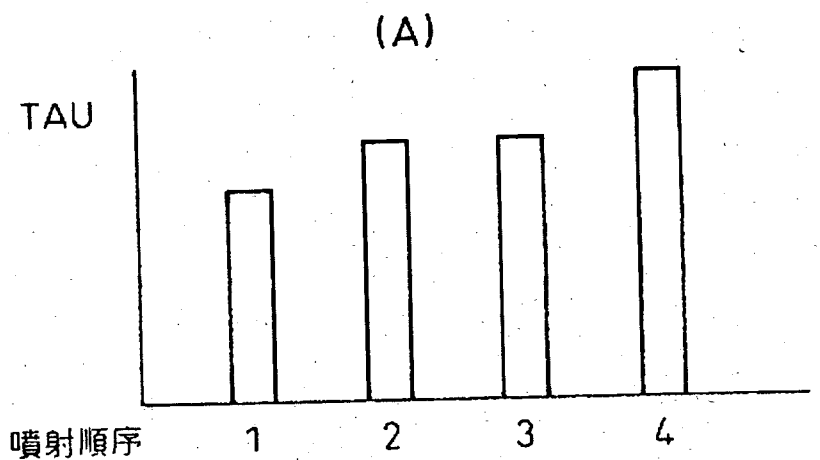
【図10】

図10



【図 11】

図 11



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 機関始動時に未燃HCの排出量を抑制する。

【解決手段】 機関回転数が上昇していく正常始動時における燃料噴射の最初の1サイクルにおいて各気筒に対し順次噴射される燃料の噴射量を、最初に噴射される気筒に対する噴射量よりも最後に噴射される気筒に対する噴射量が大きくなるように設定する。

【選択図】 図3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000003207]

1. 変更年月日 1990年 8月27日

[変更理由] 新規登録

住 所 愛知県豊田市トヨタ町1番地

氏 名 トヨタ自動車株式会社